

Bewertung ökologischer Zustand

Bewertung des ökologischen Zustands nach Perloides

Bei dem Makrozoobenthos-Bewertungssystem Perloides handelt es sich um ein modular aufgebautes multimetrisches, gewässertypspezifisches Bewertungsverfahren.

In den drei Modulen „Saprobie“, „Allgemeine Degradation“ und „Versauerung“ werden Metrics berechnet, die Artenzusammensetzung und Abundanz (Z/A), Vielfalt und Diversität (V/D) sowie Toleranz (T) und funktionale Gruppen (F) der Makrozoobenthos-Lebensgemeinschaft beschreiben. Je nach Gewässertyp geht eine unterschiedliche Anzahl und Kombination von Metrics in die Makrozoobenthos-Bewertung ein.

Modul „Saprobie“

Die Bewertung der Auswirkungen organischer Verschmutzung auf das Makrozoobenthos erfolgt mit Hilfe des gewässertypspezifischen und leitbildbezogenen Saprobienindex nach DIN 38 410 (Friedrich & Herbst 2004). Die Ergebnisse des Saprobienindex werden unter Berücksichtigung typspezifischer Klassengrenzen in eine Qualitätsklasse überführt (Tab. 1).

Das Ergebnis wird dann als gesichert angesehen, wenn die Abundanzsumme mindestens einen Wert von 20 erreicht (Wert gilt unabhängig von der Ökoregion).

Tab. 1: Grundzustände und Klassengrenzen des typspezifischen Saprobienindex (Modul „Saprobie“).

(Sub)Typ	Grundzustand	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
1.1	1,05	≤1,20	>1,20-1,80	>1,80-2,55	>2,55-3,25	>3,25
1.2	1,20	≤1,35	>1,35-1,90	>1,90-2,60	>2,60-3,30	>3,30
2.1	1,45	≤1,60	>1,60-2,10	>2,10-2,75	>2,75-3,35	>3,35
2.2	1,60	≤1,70	>1,70-2,20	>2,20-2,80	>2,80-3,40	>3,40
3.1	1,35	≤1,45	>1,45-2,00	>2,00-2,65	>2,65-3,35	>3,35

(Sub)Typ	Grundzustand	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
3.2	1,45	≤1,60	>1,60-2,10	>2,10-2,75	>2,75-3,35	>3,35
4	1,45	≤1,60	>1,60-2,10	>2,10-2,75	>2,75-3,35	>3,35
5	1,35	≤1,45	>1,45-2,00	>2,00-2,65	>2,65-3,35	>3,35
5.1	1,45	≤1,60	>1,60-2,10	>2,10-2,75	>2,75-3,35	>3,35
6	1,60	≤1,70	>1,70-2,20	>2,20-2,80	>2,80-3,40	>3,40
6_K	1,60	≤1,70	>1,70-2,20	>2,20-2,80	>2,80-3,40	>3,40
7	1,45	≤1,60	>1,60-2,10	>2,10-2,75	>2,75-3,35	>3,35
9	1,45	≤1,60	>1,60-2,10	>2,10-2,75	>2,75-3,35	>3,35
9.1	1,60	≤1,70	>1,70-2,20	>2,20-2,80	>2,80-3,40	>3,40
9.1_K	1,65	≤1,80	>1,80-2,25	>2,25-2,85	>2,85-3,40	>3,40
9.2	1,65	≤1,80	>1,80-2,25	>2,25-2,85	>2,85-3,40	>3,40
10	1,75	≤1,85	>1,85-2,30	>2,30-2,90	>2,90-3,45	>3,45
11	1,65	≤1,80	>1,80-2,25	>2,25-2,85	>2,85-3,40	>3,40

(Sub)Typ	Grundzustand	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
12	1,85	≤2,00	>2,00-2,40	>2,40-2,95	>2,95-3,45	>3,45
14	1,65	≤1,80	>1,80-2,25	>2,25-2,85	>2,85-3,40	>3,40
15	1,75	≤1,85	>1,85-2,30	>2,30-2,90	>2,90-3,45	>3,45
15_groß	1,75	≤1,85	>1,85-2,30	>2,30-2,90	>2,90-3,45	>3,45
16	1,55	≤1,65	>1,65-2,15	>2,15-2,75	>2,75-3,40	>3,40
17	1,75	≤1,85	>1,85-2,30	>2,30-2,90	>2,90-3,45	>3,45
18	1,65	≤1,80	>1,80-2,25	>2,25-2,85	>2,85-3,40	>3,40
19	1,80	≤1,90	>1,90-2,35	>2,35-2,90	>2,90-3,45	>3,45
20	1,80	≤1,90	>1,90-2,35	>2,35-2,90	>2,90-3,45	>3,45
21_Nord	1,95	≤2,05	>2,05-2,45	>2,45-2,95	>2,95-3,50	>3,50
21_Süd	1,60	≤1,70	>1,70-2,20	>2,20-2,80	>2,80-3,40	>3,40
22	1,80	≤1,90	>1,90-2,35	>2,35-2,90	>2,90-3,45	>3,45
23	2,00	≤2,10	>2,10-2,50	>2,50-3,00	>3,00-3,50	>3,50

Modul „Allgemeine Degradation“

Dieses Modul spiegelt die Auswirkungen verschiedener Stressoren (Degradation der Gewässermorphologie, Nutzung im Einzugsgebiet, Pestizide, hormonäquivalente Stoffe) wider, wobei in den meisten Fällen die Beeinträchtigung der Gewässermorphologie den wichtigsten Stressor darstellt. Das Modul ist als Multimetrischer Index aus Einzelindices, so genannten „Core Metrics“, aufgebaut. Die Ergebnisse der typ(gruppen)spezifischen Einzelindices werden zu einem Multimetrischen Index verrechnet und dieser wird abschließend in eine Qualitätsklasse von „sehr gut“ bis „schlecht“ überführt. Core-Metrics sind zum Beispiel Anzahl Trichoptera, Häufigkeit von Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera oder Anteil von Litoralbesiedlern. Die Bewertung der „Allgemeinen Degradation“ ergibt sich wie folgt:

- Berechnung der Core Metric-Ergebnisse,
- Umwandlung der einzelnen Ergebnisse in einen Wert zwischen 0 und 1 unter Zuhilfenahme folgender Formel:

$$\text{Wert} = \frac{\text{Metricergebnis} - \text{unterer Ankerpunkt}}{\text{oberer Ankerpunkt} - \text{unterer Ankerpunkt}}$$

- Die oberen und unteren Ankerpunkte eines Metrics entsprechen den Werten 1 (Referenzzustand) und 0 (schlechtester theoretisch auftretender Zustand); Metric-Ergebnisse, die über dem oberen oder unter dem unteren Ankerpunkt liegen werden gleich 1 bzw. 0 gesetzt. Die Ankerpunkte wurden für jeden Metric und jeden Gewässertyp gesondert ermittelt und stehen neben der Auswahl der Core Metrics für die typspezifische Komponente des Verfahrens.
- Der Multimetrische Index wird durch gewichtete Mittelwertbildung aus den Werten der [0;1]-Intervalle der Einzelmetrics berechnet.
- Das Ergebnis des Multimetrischen Index (Ecological Quality Ratio (EQR)) wird für jeden Gewässertyp auf dieselbe Art in die Qualitätsklasse überführt (Tab. 2):

Tab. 2: Zuordnung der EQR-Werte im Site-Modul zu fünfstufigen ökologischen Zustandsklassen nach WRRL.

EQR Site	Ökologischer Zustand
> 0,80 - 1,00	sehr gut
> 0,60 - 0,80	gut
> 0,40 - 0,60	mäßig
> 0,20 - 0,40	unbefriedigend
0 - 0,20	schlecht

- Die Kriterien für die Einstufung des Ergebnisses des Multimetrischen Index als „gesichert“ bzw. „nicht gesichert“ sind abhängig vom Naturraum und von der sich ergebenden

Qualitätsklasse (Qk). In den Naturräumen Alpen/ Alpenvorland/ Mittelgebirge (Typen 1-9) muss die Abundanzsumme des Fauna-Index mindestens 20 (Qk „sehr gut“, „gut“, „mäßig“) bzw. 15 (Qk „unbefriedigend“, „schlecht“) betragen, um ein gesichertes Ergebnis zu erhalten. Im Tiefland liegen die Werte bei 15 (Qk „mäßig“ und besser) bzw. 10 (Qk „unbefriedigend“ und schlechter).

- Ausnahmen stellen die Gewässertypen 10 und 20 dar. Bei den Strömen wird das Ergebnis des Metrics „Potamon-Typie-Index“ direkt in eine Qualitätsklasse überführt. Die ergänzenden Indices werden nicht verrechnet, sondern zur vertieften Analyse der Ergebnisse herangezogen.

Die Tabellen 3 bis 6 geben die Core Metrics und Ankerpunkte wieder, die zur Bewertung der einzelnen Fließgewässertypen herangezogen werden. Für alle Tabellen gilt:

Metric-Typen

- **Z/A** = Zusammensetzung/Abundanz
- **T** = Toleranz
- **V/D** = Vielfalt/Diversität
- **F** = Funktionale Metrics

Weitere Abkürzungen

- **AP** = Ankerpunkt
- **o** = Ankerpunkt oben
- **u** = Ankerpunkt unten
- **Ind.** = mit Individuenzahlen berechnet
- **HK** = mit Häufigkeitsklassen berechnet
- **#** = Anzahl
- ***** = eingestufte Taxa = 100 %

Tab. 3: Core Metrics und Ankerpunkte der Typen und Subtypen 1 bis 4 (Bäche und Flüsse der Alpen und des Alpenvorlandes).

Metric-Typ	Metric-Name	AP	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4
Z/A	EPT-Taxa [%] (HK)	o	≥ 80,0	≥ 75,0	≥ 70,0	≥ 65,0	≥ 75,0	≥ 70,0	≥ 70,0
		u	≤ 20,0	≤ 20,0	≤ 10,0	≤ 10,0	≤ 15,0	≤ 15,0	≤ 15,0
T	Fauna-Index	o	≥ 1,7	≥ 1,0	≥ 1,3	≥ 1,0	≥ 1,2	≥ 0,7	≥ 0,7
		u	≤ 0,0	≤ -1,7	≤ -1,0	≤ -1,8	≤ -1,5	≤ -1,5	≤ -1,8
V/D	# EPTCBO	o			≥ 30	≥ 35	≥ 35	≥ 35	≥ 25

		u			≤ 3	≤ 8	≤ 10	≤ 10	≤ 5
F	Rheoindex (HK)	o	≥ 1	≥ 0,9	≥ 0,9	≥ 0,8	≥ 0,9	≥ 0,8	≥ 0,8
		u	≤ 0,6	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,4	≤ 0,5	≤ 0,4	≤ 0,35

Tab. 4: Core Metrics und Ankerpunkte der Typen 5 bis 7 sowie des Subtyps 6_K (Mittelgebirgsbäche).

Metric-Typ	Metric-Name	AP	5	5.1	6	7	6_K
Z/A	EPT-Taxa [%] (HK)	o	≥ 70,0	≥ 70,0	≥ 65,0	≥ 65,0	≥ 60,0
		u	≤ 20,0	≤ 20,0	≤ 20,0	≤ 20,0	≤ 0,00
	Anzahl EPT-Taxa (# EPT)	o					≥ 20
		u					≤ 10
T	Fauna-Index	o	≥ 1,55	≥ 1,45	≥ 1,40	≥ 1,30	≥ 1,50
		u	≤ -1,10	≤ -1,10	≤ -1,10	≤ -1,10	<-2,00
V/D	Rhitrontypie-Index (RTI)	o					≥ 10
		u					≤ 0
F	Epirhithral-Besiedler [%] (Ind.)*	o			≥ 25,0	≥ 25,0	
		u			≤ 5,0	≤ 5,0	
F	Hyporhithral-Besiedler [%] (Ind.)*	o	≤ 8,00				
		u	≥ 28,0				
F	Rheoindex (HK)	o	>1,00	>1,00	>1,00	>1,00	
		u	≤ 0,60	≤ 0,45	≤ 0,45	≤ 0,55	

Tab. 5: Core Metrics und Ankerpunkte der Typen 9-9.2 inkl. des Subtyps 9.1_K (Mittelgebirgsflüsse) sowie der Typen 19 und 21 (Ökoregion unabhängige Typen) und 23 (Rückstau- bzw. brackwasserbeeinflusste Ostseezuflüsse).

Metric-Typ	Metric-Name	AP	9	9.1	9.2	9.1_K	19	21	23
Z/A	EPT-Taxa [%] (HK)	o	≥ 70,0	≥ 60,0	≥ 55,0	≥ 60,0	≥ 40,0	≥ 55,0	≥ 15,0
		u	≤ 35,0	≤ 20,0	≤ 25,0	≤ 10,0	≤ 5,0	≤ 7,0	0,0
T	Fauna-Index	o	≥ 1,20	≥ 1,00	≥ 0,90	≥ 1,00	≥ 1,55		
		u	≤ - 0,50	≤ - 0,60	≤ - 0,60	≤ - 1,50	≤ - 0,15		
T	LTI_quantitativ	o						≤ 2,0	
		u						≥ 4,0	
T	Oligosaprobe [%] (HK)	o							≥ 15,0
		u							0,0
V/D	# EPTCBO	o	≥ 38	≥ 30	≥ 25				
		u	≤ 10	≤ 5	≤ 5				
V/D	# Trichoptera	o					≥ 10		
		u					0		
F	Metarhithral- Besiedler [%] (Ind.)*	o	≥ 35,0		≥ 25,0	≥ 25,0			

		u	≤ 10,0		≤ 5,0	≤ 5,0			
F	Epipotamal- Besiedler [%] (Ind.)*	o							≤ 10,0
		u							≥ 21,0
F	Metapotamal- Besiedler [%] (Ind.)*	o							≤ 10,0
		u							≥ 25,0
F	Phytal-Besiedler [%] (Ind.)*	o						≤ 15,0	
		u						≥ 40,0	
F	Pelal-Besiedler [%] (Ind.)*	o							≥ 25,0
		u							0,0

Tab. 6: Core Metrics und Ankerpunkte der Typen 14 bis 18 (Bäche und Flüsse im Tiefland) sowie 11 + 12 (Organisch geprägte Bäche und Flüsse).

Metric-T.	Metric-N.	AP	14	15	15_g	16	17	18	11	12
Z/A	EPT-Taxa [%] (HK)	o	≥ 60,0	≥ 60,0	≥ 60,0	≥ 60,0	≥ 60,0	≥ 60,0	≥ 50,0	≥ 50,0
		u	≤ 15,0	≤ 15,0	≤ 10,0	≤ 20,0	≤ 15,0	≤ 15,0	≤ 5,0	0,0
T	Fauna- Index	o	≥ 1,30	≥ 1,20	≥ 1,20	≥ 1,80	≥ 1,10	≥ 1,30	≥ 1,10	≥ 0,70

		u	≤ - 1,00	≤ - 0,40	≤ - 1,30	≤ - 0,20	≤ - 0,10	≤ - 1,00	≤ - 0,70	≤ - 0,80
V/D	# Trichoptera	o	≥ 10	≥ 12	≥ 10	≥ 12	≥ 12	≥ 10	≥ 9	≥ 7
		u	≤ 2	0	0	≤ 2	0	≤ 2	0	0
F	Litoral- Besiedler [%] (Ind.)*	o		≤ 4,0	≤ 10,0	≤ 2,0	≤ 4,0	≤ 2,0		
		u		≥ 25,0	≥ 35,0	≥ 20,0	≥ 30,0	≥ 28,0		
F	Pelal- Besiedler [%] (Ind.)*	o				≤ 1,0				
		u				≥ 20,0				

Modul „Versauerung“

Bei den Gewässertypen, die versauerungsgefährdet sind (Typen 5 und 5.1), wird mit Hilfe dieses Moduls die typspezifische Bewertung des Säurezustandes vorgenommen. Die Berechnung basiert auf den Säureklassen nach Braukmann & Biss (2004) und mündet in der fünfstufigen Einteilung des Säurezustandes.

Dabei gehen die unterschiedlichen Referenzzustände der Typen 5 und 5.1 in folgender Weise in die Bewertung ein: sofern die Gewässer nicht natürlicherweise sauer sind, wie die Gewässer des Typs 5, entspricht der Säurezustand 1 der Qualitätsklasse „sehr gut“, der Säurezustand 2 der Klasse „gut“, der Säurezustand 3 der Klasse „mäßig“, der Säurezustand 4 der Klasse „unbefriedigend“ und der Säurezustand 5 der Klasse „schlecht“.

Für Gewässer des Typs 5.1 wird dagegen der Säurezustand 2 als Referenzzustand angenommen. Dementsprechend wird die Qualitätsklasse, welche den Grad der Versauerung beschreibt, um eine Stufe besser angesetzt als der ermittelte Säurezustand (Säurezustand 1 und 2 entsprechen der Qualitätsklasse „sehr gut“, Säurezustand 3 entspricht der Klasse „gut“ usw.).

Das Ergebnis wird dann als gesichert angesehen, wenn die saprobielle Güteklasse „sehr gut“ oder „gut“ und gesichert ist. Sind Gewässer saprobiell belastet, ist das Modul „Versauerung“ nicht anwendbar.

Zum Zwecke der Information erfolgt die Angabe der Säureklassen auch für die Gewässertypen 11

bis 19, wird jedoch bei der Bewertung nicht berücksichtigt.

Gesamtbewertung

Mit Perloides kann die ökologische Zustandsklasse für 31 bewertungsrelevante Makrozoobenthos-Typen und -Subtypen ermittelt werden. Die Bewertungsverfahren für die einzelnen Typen beruhen auf dem gleichen Prinzip, können sich jedoch durch die jeweils verwendeten Kenngrößen und die der Bewertung zu Grunde liegenden Referenzzustände unterscheiden.

Perloides integriert durch seinen modularen Aufbau den Einfluss verschiedener Stressoren in die Bewertung der ökologischen Qualität eines Fließgewässerabschnitts.

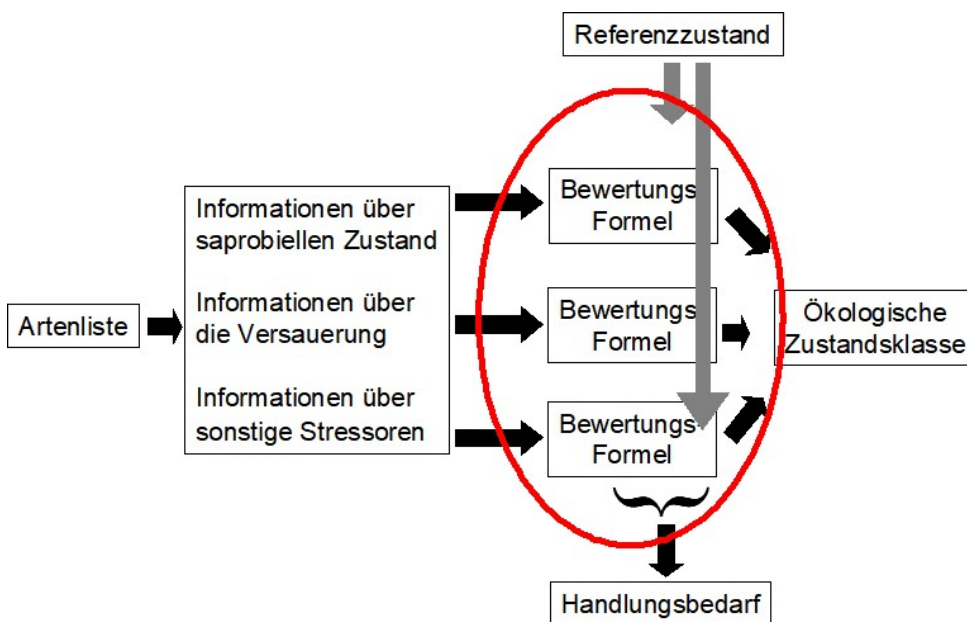


Abb. 1: Schematischer Ablauf der stressorenbezogenen Bewertung von Fließgewässern mittels Makrozoobenthos.

Der modulartige Aufbau des Bewertungssystems ermöglicht die Ausgabe von Ergebnissen auf verschiedenen Ebenen (Abb. 1).

- **Ebene 1:** ökologische Zustandsklasse, fünfklassig
- **Ebene 2:** Ursachen der Degradation (organische Verschmutzung, Versauerung, Allgemeine Degradation)
- **Ebene 3:** Ergebnisse der einzelnen (bewertungsrelevanten) Core Metrics
- **Ebene 4:** Ergebnisse von über 200 Metrics zur weiteren Interpretation

Die abschließende ökologische Zustandsklasse ergibt sich aus den Qualitätsklassen der Einzelmodule: im Fall einer „sehr guten“ oder „guten“ Qualitätsklasse des Moduls „Saprobie“ bestimmt das Modul mit der schlechtesten Einstufung das Bewertungsergebnis (Prinzip des „worst case“), da in diesen Fällen die Module „Saprobie“ und „Allgemeine Degradation“ unabhängige Bewertungsergebnisse liefern. Im Fall einer „mäßigen“, „unbefriedigenden“ oder „schlechten“ saprobiellen Qualitätsklasse kann die Saprobie das Ergebnis des Moduls „Allgemeine Degradation“ stark beeinflussen und zu unplausiblen Ergebnissen führen. Das Modul „Allgemeine Degradation“ kann daher in begründeten Fällen einer Korrektur auf Grundlage von Zusatzkriterien unterzogen werden. Das Modul „Versauerung“ ist in diesem Fall nicht anwendbar: Die Säureklasse wird berechnet und das Modulergebnis wird angezeigt, geht aber nicht in die Berechnung der

Ökologischen Zustandsklasse ein.

Die Gesamtbewertung wird daran anschließend durch das Modul mit der schlechtesten Qualitätsklasse bestimmt.

Bei der Bewertung kann im Einzelfall vom rechnerischen Ergebnis abgewichen werden, wenn dies nach Expertenurteil aufgrund der Verhältnisse an der Probestelle oder aufgrund von weiteren für die Messstelle vorliegenden Daten geboten ist. Die Gründe sind zu dokumentieren.

Bewertung des ökologischen Zustands gemäß PTI

Zur Bewertung der Ströme wird nicht die Referenzbiozönose zur Beurteilung des ökologischen Zustandes herangezogen, sondern die in den großen Fließgewässern vorkommenden Arten. Dieses indikative Verfahren erlaubt es, Flüsse und Ströme ökologisch zu charakterisieren, ohne dass ihre ursprüngliche Besiedlung im Detail bekannt ist.

Der Ansatz des PTI folgt der Ansatz dem Prinzip der offenen Taxaliste, d.h. der Referenzzustand für die Klasse II „guter ökologischer Zustand“ ist allgemein eine durch potamontypische Fließwasserarten geprägte Biozönose (Schöll, Haybach & König 2005). Dabei werden die im Potamal Mitteleuropas vorkommenden Arten nach ihrer Bindung zum Potamal in fünf ECO-Klassen eingestuft. Die zugewiesenen ECO-Werte reichen von 1 = schwache Bindung (euryöke Arten) bis 5 = starke Bindung zum Potamal (stenöke Arten) (Tab. 7). Grundlage für die Einstufung der Arten bilden die Standardwerke von Moog (1995) und vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft (1996). Diese Einstufungen wurden und werden im Lichte der umfangreichen Monitoringergebnisse der Bundesländer regelmäßig überprüft und wenn nötig angepasst (zuletzt 2019).

Tab. 7: Auszug aus der Liste eingestufter Taxa (ECO-Werte) zur Berechnung des PTI.

Eingestufte Taxa		
ID_ART	Taxon	ECO-Werte (2018)
11177	Corbicula "fluminalis"	2
18667	Potamophilus acuminatus	5
5043	Ecdyonurus forcipula	3
6860	Siphonurus alternatus	4
4205	Acroloxus lacustris	2
5358	Gyraulus parvus	1
7433	Gomphus flavipes	5

6368	Perla abdominalis	4
5634	Hypania invalida	1

Neozoen werden als Bestandteil der Biozönose ebenfalls nachvollziehbar eingestuft. Die Interaktionen zwischen Neobiota und der ursprünglichen Biozönose werden dadurch zuverlässig erfasst und bewertet (Schöll 2013). Neobiota haben bei bestimmten Gewässertypen und bestimmten biologischen Qualitätskomponenten einen großen Einfluss auf die ökologische Bewertung nach WRRL. Neobiota können zu einer Verschlechterung des ökologischen Zustandes führen, ohne dass dies auf „klassische“ anthropogene Eingriffe z. B. in die Gewässergüte oder Gewässerstruktur zurückzuführen ist. Ergänzend wird beim MZB Verfahren zur Bewertung von Fließgewässern daher der quantitative Neozoenanteil an der Gesamtbiozönose berechnet. Dieser in Prozenten ausgedrückte Wert geht nicht direkt in die Bewertung ein, erlaubt aber die Einstufung des Gewässers als „neozoendominiert“.

Bewertung des ökologischen Zustands von Marschengewässern

Bewertung des ökologischen Zustands gemäß TOM-Index

Das Bewertungsverfahren Makrozoobenthos für tideoffene Marschengewässer ist als multimetrisches Verfahren konzipiert, das die nach WRRL erforderlichen Aspekte „Artenvielfalt/Gemeinschaftsstruktur“, „Abundanz“ und „Sensitivität und Toleranz“ (gegenüber Habitatveränderungen) umfasst und nach einer 5-stufigen Skala von „sehr gut“ bis „schlecht“ bewertet.

Die Messgröße „Artenvielfalt/Gemeinschaftsstruktur“ wird über die Anzahl von Großtaxagruppen, Familien sowie Arten abgebildet. Dabei ist nicht ausschließlich die Anzahl vorhandener Arten, sondern auch deren „Verteilung“ auf höheren taxonomischen Ebenen relevant. Diese Bewertung der „taxonomischen Vielfältigkeit“ erfolgt über die Verschneidung von zwei Submetrics (1. „Anzahl Großtaxagruppen“ und 2. „Anzahl Familien & Arten“). Das 2. Submetric fokussiert dabei ausschließlich auf ‚wichtige‘ Indikatoren (hier: Mollusca, Coleoptera, Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera). Für beide Submetrics wird die Ähnlichkeit des Beobachtungswertes vs. Erwartungswert berechnet. Der Erwartungswert ergibt sich aus der Referenzgemeinschaft. Je geringer die Ähnlichkeit im Vergleich zur Referenz, desto geringer die ökologische Qualität im Bereich einer Messstelle. Die Ähnlichkeit (Bray-Curtis) wird in Werten zwischen 0 (keine Ähnlichkeit) und 1 (identisch) dargestellt.

Der zentrale Aspekt für die Bewertung des Parameters „Sensitivität/Toleranz“ besteht in einer Zuordnung artspezifischer Indikatorwerte (Eco-Werte), die die Sensitivität bzw. die Toleranz einer Art gegenüber den in Marschengewässern relevanten Stressoren (z. B. anthropogen erhöhter Tidehub, Unterhaltungsmaßnahmen, Habitatstruktur) reflektieren. Die Eco-Einstufungen umfassen Werte zwischen 1 („sehr tolerant“) und 5 („sehr sensitiv“). Die Eco-Werte werden gewichtet:

$$G_i = 2^{(5 - W_i)}, \text{ wobei } W_i = (6 - \text{Eco-Wert } A_i)$$

Ein solches Vorgehen erhöht die Bedeutung der sensitiven Spezies im Rahmen der Bewertung.

Die Berücksichtigung der „Abundanz“ erfolgt indirekt über eine abundanzbasierte Gewichtung der Eco-Werte. Dabei leitet sich die artspezifische Referenzabundanz (log-transformiert) aus rezenten Daten ab („best of“-Prinzip). Aus der Abweichung vom Abundanzreferenzwert ergibt sich der Gewichtungsfaktor für den Eco-Wert. Entspricht die Abundanz der Art_i z.B. >80 - 100% des Referenzwertes, erfolgt keine Modifizierung des jeweiligen Eco-Wertes. Liegt ein Beobachtungswert z. B. im Bereich von 0 - 20% der Referenz, wird eine Gewichtung des artspezifischen Eco-Wertes durch den Faktor 0,2 durchgeführt. Über eine artengruppenspezifische Summierung der gewichteten Eco-Werte wird der Parameter „Abundanz/Sensitivität“ über einen Ähnlichkeitsvergleich (Bray-Curtis) mit der Referenzgemeinschaft bewertet. Analog zur Messgröße „Taxonomische Vielfalt“ liegt für die Bewertung auch hier der Fokus auf den o. g. wichtigen Taxagruppen.

Die abschließende **Gesamtbewertung** des ökologischen Zustands einer Messstelle erfolgt anhand des EQR (Ecological Quality Ratio). Der Gesamt-EQR-Wert ergibt sich durch Mittelwertbildung der Teilergebnisse „Taxonomische Vielfalt“ und „Abundanz/Sensitivität“.

Bewertung des ökologischen Zustands gemäß AeTV+

Mittels des Ästuartypieverfahrens für süßwassergeprägte ästuarine Gewässertypen wird das Ausmaß der „Allgemeinen Degradation“ eines ästuarinen Lebensraumes bewertet. Das Verfahren erfüllt mit der Berücksichtigung der Parameter Artenzahl, strukturelle Zusammensetzung und Vielfalt der Benthosgemeinschaft, Individuenzahl (relative Abundanz) sowie Anteil sensibler Arten die Anforderungen der WRRL.

Zentrales Bewertungsinstrument des AeTV+ ist das AeTI-Modul (Ästuar-Typie-Index), welches auf der Artenzusammensetzung bzw. auf der Präsenz ästuartypischer Arten basiert. Allen relevanten Taxa sind unter Berücksichtigung ihrer Habitatbindung auf Grundlage von Fachliteratur und Experteneinschätzungen Eco-Werte zugeordnet, die zwischen 1,0 und 5,0 liegen. Der höchste Eco-Wert 5,0 signalisiert eine sehr enge Bindung an den Lebensraum „Ästuar“, d. h. eine entsprechende Art kann als besonders sensitiv gegenüber Systemveränderungen angesehen werden. Charakterarten mit sehr starker Bindung (stenök) bekommen zudem durch eine Index-interne Gewichtung [$G_i = 2^{(5-W_i)}$, wobei $W_i = (6 - \text{eco-Wert } A_i)$] im Vergleich zu euryöken Arten und Gewässerubiquisten eine höhere Bedeutung im Rahmen der Bewertung. Die artspezifischen Eco-Werte einer Probe werden über einen Algorithmus zum AeTI-Ergebnis verrechnet und einer von fünf Qualitätsklassen (schlecht bis sehr gut) zugeordnet.

Neben dem AeTI-Modul umfasst das AeTV+ noch die Co-Parameter Alpha-Diversität (ADF) und mittlere Taxazahl (MAZ), die numerisch und obligatorisch (und im Vergleich zum ursprünglichen AeTV z. T. modifiziert) in die Bewertung eingehen. Dabei ergibt sich die mittlere Taxazahl/Station aus der Taxasumme aller Teilproben/Station ($n = 2$ vV-Greiferinhalte und $n = 4$ STR-Inhalte) und bezieht dabei alle eco-indizierten Arten/Taxa sowie zusätzlich auch nicht eco-indizierte Arten ein. Das ebenfalls vorhandene Submodul „Anzahl der Großtaxagruppen“ (NGT) (= MAZ_{NGT}) berücksichtigt bei der Bewertung die Annahme, dass in den Ästuaren eine größere taxonomische Vielfalt (Verteilung der Arten auf verschiedene Großtaxagruppen) auch eine höhere Qualität des Lebensraumes widerspiegelt.

Die Proben an einer Station werden jeweils einzeln berechnet bzw. bewertet. Für die **Gesamtbewertung** eines Wasserkörpers mit als mehr einem Querprofil kann das arithmetische oder gewichtete Mittel zugrunde gelegt werden.

